تکنولوژی نساجی

خواص حفاظت در برابر امواج UV عصاره میوه توت قرمز روی پارچه‌های پنبه‌ای

مترجم: امین رضایی

چکیده

آنتوسیانین استخراج شده از میوه توت قرمز برای حفاظت در برابر امواج UV روی پارچه پنبه‌ای به کار برده شد. مقدار آنتوسیانین موجود در عصاره توت قرمز با استفاده از روش دیفرانسیلی pH ارزیابی شد. اثر غلظت و pH آنتوسیانین روی ضریب حفاظت در برابر امواج UV (UPF) پارچه بررسی شد. این بررسی نشان داد که غلظت بالاتر آنتوسیانین در pH اسیدی منجر به UPF بالاتر پارچه در مقایسه با غلظت‌های پایین‌تر می‌شود. همچنین مشخص شد که هیچ تفاوتی بین UPF پارچه‌های عمل شده با عصاره خام و آنتوسیانین استخراج شده از توت قرمز وجود ندارد.

مقدمه

رشد آگاهی در زمینه بهداشت و سلامت باعث افزایش تقاضا برای منسوجاتی با خواص حفاظتی در برابر امواج UV شده است. عامل محیطی کلیدی در سرطان پوست قرار گرفتن در معرض امواج UV است. نفوذ این امواج به لایه بالایی پوست منجر به خشکی، جوش زدن، چروک، فلسی شدن و سرطان پوست می‌شود. افرادی که در فضای باز کار می‌کنند مستعد کراتوز هستند که مرحله ابتدایی سرطان پوست است. در کنار کرم‌های ضد آفتاب، یکی از بهترین راه‌های حفاظت از پوست در برابر آسیب امواج UV، ایجاد خاصیت حفاظتی در برابر این امواج در لباس‌ها است. مواد شیمیایی که در حال حاضر برای محافظت منسوجات در برابر امواج UV به کار برده می‌شوند شامل دی اکسید تیتانیوم، اکسید روی و به همراه آن‌ها جاذب‌های امواج UV مانند فنول بنزو تیرازول و دی بنزوئیل متان‌ها می‌شود. بسیاری از مواد شیمیایی آلی که در ضد آفتاب‌ها به کار می‌روند برای استفاده‌های طولانی مدت توصیه نمی‌شوند. به عنوان مثال، گفته می‌شود که ضد آفتاب–های بر پایه دی اکسید تیتانیوم و اکسید روی کمتر از جاذب‌های آلی مضر هستند. اما استفاده از دی اکسید تیتانیوم به عنوان ضد آفتاب نیز برای مدت‌های طولانی بی‌خطر نیست. از این رو، نیاز به یک ماده شیمیایی مناسب که سدی در برابر امواج UV بوده و روی پوست و محیط زیست نیز اثری نداشته باشد، احساس می‌شود.

تلاش‌هایی برای استفاده از آنتوسیانین که در گیاهان وجود داشته و وظیفه اصلی آن در گرده افشانی است به منظور جذب امواج UV انجام شده است. دوم اینکه، این گونه از فلاونوئیدها وظیفه حفاظت گیاه در برابر آسیب‌های حاصل از امواج UV را نیز بر عهده دارند.آنتوسیانین را می‌توان از میوه‌های توتی تیره رنگ مانند شاه توت، ذغال اخته، گیلاس، انگور قرمز و توت فرنگی به دست آورد. توت قرمز بالاترین مقدار آنتوسیانین را دارد. درخت توت قرمز برای استفاده از برگ آن کاشته می‌شود که غذای کرم‌های ابریشم است، با این حال میوه این درخت استفاده نمی‌شود. توت قرمز به خانواده Morus تعلق دارد. وزن میوه‌ها در حدود ۳–۲ گرم و رنگ آن‌ها در محدوده قرمز تا بنفش بوده که منبع خوبی برای آنتوسیانین است. به دلیل محتوی آنتوسیانین بالای آن، میوه‌ها برای خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی مصرف می‌شوند. آنتوسیانین به عنوان رنگ دهنده طبیعی در صنایع غذایی نیز مصرف می‌شود.

در این تحقیق، پارچه‌های پنبه‌ای با ۱) عصاره میوه خام و ۲) آنتوسیانین استخراج شده از میوه، در دو سطح از غلظت و pH عمل شدند. میزان محافظت ایجاد شده در این پارچه‌ها در برابر امواج UV ارزیابی شد. پارچه پنبه‌ای ۱۰۰٪ با مشخصات زیر برای این تحقیق استفاده شد: بافت ساده، نمره نخ‌های تار و پود ۲/۸۰، تعداد تار در اینچ ۱۰۴، تعداد پود در اینچ ۸۲، وزن در متر مربع ۱۱۰ گرم و درصد پوشش ٪۷۷/۸. متانول با خلوص آزمایشگاهی برای استخراج آنتوسیانین از میوه توت و کلریدریک اسید، پتاسیم کلرید و سدیم استات برای تخمین رنگدانه آنتوسیانین استفاده شد.

حجم مشخصی از توت‌های کاملاً رسیده با استفاده از مخلوط کن برقی له شد و خمیر به دست آمده به دو قسمت با وزن‌های برابر تقسیم شد. یک قسمت از این خمیر توسط فیلتر نایلونی فیلتر شد. ماده جامد باقی‌مانده با استفاده از آب مقطر شسته شد تا زمانیکه یک محلول بی رنگ به دست آمد. pH این محلول ۴/۵ بود. به قسمت دیگر خمیر اجازه داده شد تا در حلال کلریدریک اسید ۰/۱٪ در متانول به مدت ۳–۲ ساعت در دمای اتاق، در تاریکی و بدون حرارت دادن و هم زدن خیسانده شود. مخلوط به دست آمده توسط قیف بوخنر فیلتر شد و ماده جامد باقی‌مانده با متانول اسیدی شده شسته شد تا محلولی شفاف به دست آمد. حجم مشخصی از این محلول برداشته شد و حلال آن در تبخیرکننده چرخان در دمای ۵۵°C و در خلاء تبخیر شد. کاهش نرخ تبخیر حلال و افزایش آشکار

در ویسکوزیته ماده فیلتر شده، نشان دهنده آن است که بیشتر مایع باقی‌مانده آب است. سپس عصاره به دست آمده در مقدار مشخصی آب مقطر حل شد که این کار برای تخمین محتوی آنتوسیانین انجام شد. محتوی آنتوسیانین کلی با استفاده از روش دیفرانسیلی pH و به کمک دو محلول بافر پتاسیم کلرید برای pH =۱/۰ و سدیم استات برای pH =۴/۵ تعیین شد. حجم مشخصی از محلول استخراج شده به کمک بافرهای مشابه رقیق شد و مقدار جذب آن در برابر آب مقطر به عنوان شاهد در اسپکتروفتومتر UV-VIS و بین ۷۰۰-۵۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان جذب (A) با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH\ 1} - (A_{510} - A_{700})_{pH\ 4.5} \quad (۱)$$

که در آن A_{510} و A_{700} به ترتیب جذب نمونه‌ها در ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر است.
محتوی آنتوسیانین کل نمونه‌ها (میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکزید/ ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه) با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

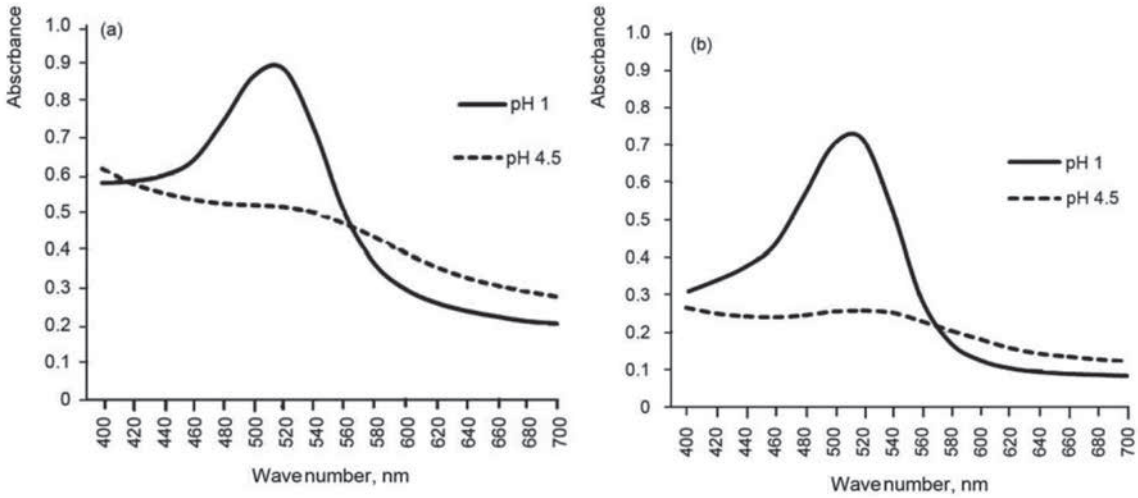
$$TAC = (A \times MW \times DF \times 100)/MA \quad (۲)$$

که در آن A، جذب آنتوسیانین به نانومتر، MW، وزن مولکولی (۴۴۹/۲)، FD، ضریب رقیق‌سازی (حجم نهایی/ حجم اولیه) و MA، ضریب جذب مولی سیانیدین-۳-گلوکزید (۲۶۹۰۰) است.
جدول ۱ شرایط آزمایشی مورد استفاده برای آماده‌سازی نمونه‌های پارچه را نشان می‌دهد. پارچه با ۱) عصاره خام (نمونه‌های MF) و ۲) عصاره آنتوسیانین (نمونه‌های AF) عمل شد تا اثرگذاری ترکیبات فنولیک غیر از آنتوسیانین موجود در عصاره خام روی حفاظت در برابر امواج UV مشخص شود.
پارچه با دو غلظت مختلف از آنتوسیانین (۰/۱۱ و ۰/۲۲ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) عمل شد تا اثر غلظت روی حفاظت در برابر امواج UV پارچه مشخص شود. غلظت محلول استخراج شده با استفاده از حلال‌های مربوطه به مقدار مورد نیاز رسید.

جدول ۱- ترتیب آماده‌سازی نمونه‌های پارچه

شماره نمونه	عمل انجام شده روی پارچه	غلظت آنتوسیانین، mg/mL	pH
MF 1	عصاره خام توت	۰/۱۱	۱/۳
MF 2		۰/۱۱	۴/۵
MF 3		۰/۲۲	۱/۳
MF 4		۰/۲۲	۴/۵
AF 1	آنتوسیانین استخراج شده از توت	۰/۱۱	۱/۳
AF 2		۰/۱۱	۴/۵
AF 3		۰/۲۲	۱/۳
AF 4		۰/۲۲	۴/۵

نمونه‌های پارچه با این دو غلظت و در دو pH مختلف عمل شدند. همانطور که اشاره شد، عصاره خام در pH=۴/۵ و آنتوسیانین در pH=۱/۳ به دست آمد. به منظور مقایسه نتایج پارچه عمل شده با عصاره خام و پارچه عمل شده با آنتوسیانین، سطح pH ثابت باقی ماند. pH توسط محلول هیدروکلریک اسید روی ۱/۳ و توسط محلول سدیم استات روی ۴/۵ کالیبره شد. نسبت L:R روی ۱:۳۰ تنظیم شد و عملیات در دمای اتاق به مدت ۹۰ دقیقه انجام شد.
از آنجا که رنگدانه آنتوسیانین وابسته به pH است، تغییرات رنگ آنتوسیانین با توجه به pH روی پارچه از طریق مقادیر K/S تعیین شد. غلظت یکسان از آنتوسیانین در رنگ‌های مختلف (به دلیل pH) ممکن است UPF مختلف داشته باشد و از این رو، پارچه‌ها در سطوح مختلف pH عمل شدند. تغییرات رنگی ایجاد شده در پارچه به دلیل pH بر حسب مقادیر K/S، L*، a* و b* و با استفاده از مقادیر انعکاس به دست آمده از اسپکتروفتومتر UV-VIS بیان شد.
نمونه‌ها بر اساس استانداردهای AATCC 183-2004 و از نظر مقادیر UPF رتبه‌بندی شدند. رتبه‌بندی UPF نشان داد که چه مقدار از امواج UV توسط پارچه جذب می‌شود. به عنوان مثال، یک پارچه با درجه UPF ۲۰ اجازه عبور یک بیستم از امواج UV را می‌دهد. این بدان معنا است که پارچه می‌تواند تا ۲۰



شکل ۱، طیف a UV-VIS) عصاره خام و b) عصاره آنتوسیانین

برابر از مقدار امواج UV که پوست در معرض آن قرار می‌گیرد را کاهش دهد. ۳ دسته زیر برای مقادیر UPF وجود دارد:

۱- مقادیر UPF بین ۱۵ و ۲۴ محافظت در برابر UV خوبی را فراهم می‌کند.

۲- مقادیر UPF بین ۲۵ و ۳۹ محافظت در برابر UV بسیار خوبی را فراهم می‌کند.

۳- مقادیر UPF بین ۴۰ و ۵۰ محافظت در برابر UV عالی را فراهم می‌کند.

نمونه‌ها برای اندازه‌گیری مقادیر ثبات شستشویی بر اساس استاندارد 687:1979 IS آزمایش شدند.

محتوی آنتوسیانین کل در عصاره خام حاوی آنتوسیانین به همراه دیگر مواد فنولیک با محاسبه جذب محلول در یک طول موج تعیین شد. آنتوسیانین یک باند جذبی بین ۴۹۰ و ۵۵۰ نانومتر در محدوده نور مرئی دارد. این موضوع در تشخیص و تخمین آنتوسیانین کمک می‌کند. شکل ۱ طیف UV-VIS عصاره خام و عصاره آنتوسیانین را نشان می‌دهد. با استفاده از روش دیفرانسیلی pH، محتوی آنتوسیانین عصاره خام ۰/۲۲۵۹ mg/mL و عصاره آنتوسیانین ۰/۳۳۴۷ mg/mL تعیین شد.

مقادیر K/S، L*، a* و b* نمونه‌های پارچه در جدول ۲ آمده است. پارچه در pHهای پایین‌تر به رنگ صورتی و در pHهای بالاتر آبی رنگ است. مقدار K/S با افزایش غلظت محتوی آنتوسیانین افزایش می‌یابد. در pH=۱/۳، پارچه مقدار b* کمتر و مقدار a* بیشتری دارد و به رنگ صورتی است. در pH= ۴/۵، پارچه آبی رنگ به نظر می‌رسد که با مقدار b* منفی و مقدار a* پایین‌تر مشخص می‌شود. مقدار K/S برای پارچه عمل شده در pH= ۱/۳ در مقایسه با pH= ۴/۵ بیشتر است.

جدول ۲ UPF پارچه عمل شده را نشان می‌دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بهبود قابل توجهی در UPF، به دلیل عمل کردن نمونه‌ها با عصاره خام و عصاره آنتوسیانین به وجود آمده است. مقدار غلظت اثر قابل توجهی روی مقادیر UPF دارد. جدول ۲ نشان می‌دهد که افزایش در غلظت آنتوسیانین باعث افزایش UPF می‌شود. شکل ۲ اثر مقدار K/S را روی UPF نشان می‌دهد. افزایش در مقدار K/S، افزایش در UPF پارچه را به دنبال دارد. آنتوسیانین رنگدانه‌ای محلول در آب است. هر چه مقدار K/S بیشتر باشد، رنگدانه جاذب امواج UV روی پارچه نیز بیشتر خواهد بود. باید اشاره کرد که pH نقش مهمی در جذب امواج UV بازی می‌کند. زمانیکه پارچه در pH= ۱/۳ عمل می‌شود، UPF نمونه (۴۱-۲۷) در مقایسه با زمانیکه پارچه در pH= ۴/۵ عمل می‌شود (۳۳-۲۲) بهتر است. از آنجا که مقدار S/K برای پارچه عمل شده در pH= ۱/۳ بیشتر است، UPF پارچه نیز بالاتر است. مقایسه UPF پارچه عمل شده با عصاره خام و پارچه عمل شده با عصاره آنتوسیانین که در جدول ۲ آمده است هیچ روند مشخصی را نشان نمی‌دهد. در بیشتر موارد تفاوت قابل توجهی مشاهده نمی‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که مواد شیمیایی دیگری که به غیر از آنتوسیانین در عصاره خام وجود دارد تاثیری روی خواص حفاظتی در برابر امواج UV ندارد. از این رو، نیازی به استخراج آنتوسیانین از توت وجود ندارد و پارچه می‌تواند به طور مستقیم با عصاره خام عمل شود. پارچه‌های عمل شده با مقادیر UPF بالاتر از ۱۵ نشان می‌دهد که پارچه محافظی در برابر امواج UV است.

پارچه عمل شده با عصاره خام از نظر ثبات شستشویی تست شد. مشخص شد که ثبات عالی و با درجه ۴ است. با این حال، رنگ پارچه در حین عمل با صابون به دلیل تغییر در pH تغییر می‌کند. تحقیقات بیشتر در زمینه تثبیت آنتوسیانین روی پارچه به منظور ثابت ماندن رنگ دلخواه پارچه حتی در هنگام عمل در pHهای مختلف ضروری است.

نتیجه‌گیری

از این تحقیق این طور استنباط می‌شود که UPF پارچه پنبه‌ای با افزایش غلظت آنتوسیانین و همچنین افزایش مقدار S/K افزایش می‌یابد. در pH=۱/۳، پارچه به رنگ صورتی در می‌آید و مقدار S/K بالاتری را نسبت به زمان عمل پارچه با pH= ۴/۵ نشان می‌دهد. در pH=۱/۳، پارچه مقدار UPF بالاتری را نسبت به pH= ۴/۵ دارد. مقایسه UPF پارچه عمل شده با عصاره خام و عصاره آنتوسیانین تفاوت قابل توجهی را نشان نمی‌دهد.

جدول ۲، مقادیر جذب UV-VIS و UPF پارچه‌های پنبه‌ای عمل شده با عصاره خام و عصاره آنتوسیانین

شماره نمونه	K/S	L*	a*	b*	UPF
کنترل	-	-	-	-	۶/۵۱
MF 1	۲/۹۸	۵۳/۲	۳۵/۶	-۰/۵۲	۳۵/۴۲
MF 2	۱/۱۲	۶۰/۷	۱۵/۰	-۴/۰۲	۲۱/۵۰
MF 3	۴/۱۰	۴۸/۹	۳۶/۸	۰/۲۷	۴۰/۹۸
MF 4	۲/۰۵	۵۳/۲	۲۰/۰	-۵/۵۴	۳۰/۰۹
AF 1	۲/۳۲	۵۸/۴	۳۸/۸	-۰/۷۹	۲۷/۳۶
AF 2	۱/۱۶	۶۱/۶	۱۸/۷	-۳/۵۲	۲۳/۰۳
AF 3	۳/۲۹	۵۳/۱	۳۹/۴	۰/۴۹	۳۹/۲۰
AF 4	۲/۷۸	۵۱/۷	۲۹/۳	-۳/۳۷	۳۳/۲۰